

REC'D 22 FEB 2005

WIPO

PCT

IB/05/050523



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

04100643.8 ✓

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk





Anmeldung Nr:  
Application no.: 04100643.8 ✓  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 18.02.04 ✓  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH  
Steindamm 94  
20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Kathetersystem und Verfahren zur Feinnavigation in einem Gefäßsystem

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

A61M25/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI



BESCHREIBUNG

## Kathetersystem und Verfahren zur Feinnavigation in einem Gefäßsystem

Die Erfindung betrifft ein Kathetersystem mit einem ersten und einem zweiten Katheterelement, welche miteinander gekoppelt sind, sowie ein Verfahren zur

5 Navigation mit einem derartigen Kathetersystem.

Eine typische Anwendung von Kathetersystemen besteht in der Untersuchung und Behandlung von Stenosen (Gefäßverengungen). Der Erfolg des medizinischen Eingriffs hängt dabei wesentlich davon ab, dass das Kathetersystem relativ zur Stenose mit

10 großer Präzision positioniert und navigiert werden kann. In der Regel werden diesbezüglich präoperativ gewonnene Aufnahmen des Gefäßsystems als sogenannte "Gefäßkarten" verwendet, auf denen die aktuelle Position des Kathetersystems für den behandelnden Arzt dargestellt wird. Hierfür sind Verfahren entwickelt worden, mit denen die durch Herzschlag und Atmung verursachte Eigenbewegung des Gefäßsystems

15 weitgehend kompensiert werden kann und die eine Grobnavigation des Katheters zur Stenose hin ermöglichen.

Problematisch bleibt allerdings die anschließende Feinnavigation des Katheters am Ort der Stenose. Dabei muss insbesondere ein Führungsdraht durch die Stenose hindurch-

20 geführt werden, welchem der eigentliche Behandlungskatheter folgen kann. Aus der US 2003/0139689 A1 ist in diesem Zusammenhang ein Kathetersystem mit einem röhrenförmigen äußeren Katheter bekannt, durch dessen Innenkanal ein Führungsdraht verläuft. Der Führungsdraht kann unabhängig vom äußeren Katheter vorgeschoben werden und weist an seiner Spitze röntgendichte Markierungen auf, welche auf einer

25 Röntgenaufnahme lokalisiert werden können. Durch eine besondere Ausbildung der Elastizitätseigenschaften von äußerem und innerem Katheterelement soll die Lenkung des Kathetervorschubs an Gefäßverzweigungen oder Stenosen verbessert werden. Eine überwachte Navigation des Führungsdrahtes erfordert jedoch eine röntgenfluoro-

skopische Beobachtung und gegebenenfalls die Injektion von Kontrastmitteln, was mit einer entsprechenden Belastung für den Patienten verbunden ist.

5 Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel zur vereinfachten Feinnavigation eines Kathetersystems in einem Gefäßsystem bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Kathetersystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte  
10 Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Das erfindungsgemäße Kathetersystem enthält:

- 15 - Ein erstes Katheterelement mit mindestens einem daran angebrachten ersten aktiven Lokalisator, dessen räumliche Lage (d.h. Position und/oder Orientierung) durch geeignete Verfahren ermittelt werden kann. Unter einem "aktiven Lokalisator" wird in diesem Zusammenhang ein Lokalisator verstanden, der sich nicht oder nicht nur passiv auf einer Abbildung darstellt (wie z.B. eine röntgendichte Markierung), sondern der unabhängig von bildgebenden  
20 Verfahren Daten oder Signale erzeugt, die eine Lagebestimmung erlauben. Insbesondere kann der aktive Lokalisator selbst Signale messen oder aussenden. Aktive Lokalisatoren, die zusätzlich nicht der sogenannten "Sichtlinien-Restriktion" unterliegen, werden auch als "non-line-of-sight" Lokalisatoren bezeichnet.  
25
- Ein zweites Katheterelement mit mindestens einem daran angebrachten zweiten aktiven Lokalisator, dessen räumliche Lage ermittelt werden kann.

Die beiden Katheterelemente sind mechanisch gekoppelt, wobei die Kopplung so  
30 ausgebildet sein soll, dass sie eine Verschiebewegung der Katheterelemente relativ

zueinander ermöglicht. Beispielsweise könnten die Katheterelemente strangförmig nebeneinander verlaufen und über Ösen oder Führungsschienen so miteinander gekoppelt sein, dass sie nur in Längsrichtung relativ zueinander bewegt werden können. Jedes der beiden Katheterelemente allein und im Allgemeinen auch beide Katheterelemente gemeinsam können wie ein einzelner Katheter navigiert und verwendet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Rolle von erstem und zweitem Katheterelement zunächst völlig symmetrisch ist, so dass Merkmale, die im Folgenden für eines der Katheterelemente gefordert werden, mutatis mutandis auch für das andere Katheterelement angenommen werden könnten. Des Weiteren versteht es sich, dass das Kathetersystem selbstverständlich analog auch mehr als zwei gekoppelte Katheterelemente mit aktiven Lokalisatoren enthalten kann.

Das beschriebene Kathetersystem hat den Vorteil, dass es eine sehr genaue Feinnavigation der einzelnen Katheterelemente erlaubt. Dies wird möglich, da beide Katheterelemente eigene aktive Lokalisatoren tragen und darüber hinaus relativ zueinander verschoben werden können. Daher kann eines der Katheterelemente - zum Beispiel das erste - festgehalten werden, während nur das andere Katheterelement vorgeschoben wird. Die Relativposition des zweiten Lokalisators kann in Bezug auf den ersten Lokalisator mit sehr hoher Präzision ermittelt werden, wohingegen die absolute räumliche Position eines Lokalisators aufgrund von Organbewegungen und/oder Störeinflüssen aus der Umgebung typischerweise nur mit begrenzter Genauigkeit messbar ist. Der ruhende erste Lokalisator kann somit als Referenzpunkt für eine Feinnavigation des zweiten Lokalisators bzw. des zweiten Katheterelementes dienen. Von Vorteil ist ferner die Ausbildung der Marker als aktive Lokalisatoren, so dass die Navigation ohne den ständigen Einsatz von Röntgenstrahlung erfolgen kann.

Die mechanische Kopplung der Katheterelemente wird vorzugsweise dadurch erreicht, dass das erste Katheterelement hohl ist und einen in Längsrichtung verlaufenden Kanal aufweist, durch welchen das zweite Katheterelement geführt ist. Typischerweise ist in diesem Falle das erste Katheterelement der eigentliche Behandlungskatheter, der zum

Beispiel einen Ballon zur Erweiterung einer Stenose trägt, während das zweite Katheterelement ein Führungsdraht ist. Der mechanische Aufbau eines solchen Kathetersystems kann ähnlich demjenigen sein, der in der US 2003/0139689 A1 beschrieben wird.

- 5 Gemäß einer anderen Weiterbildung des Kathetersystems umfasst dieses mindestens eine Fixierungseinrichtung, mit deren Hilfe das erste Katheterelement oder das zweite Katheterelement relativ zu einem umgebenden Gefäß fixiert werden kann. Durch eine solche Fixierung wird sichergestellt, dass sich das betreffende Katheterelement nicht mehr relativ zum Gefäßsystem bewegen kann, so dass es eine Referenz für die
- 10 Beobachtung der Bewegung des anderen Katheterelementes relativ zum Gefäßsystem darstellt.

- Für die Realisierung der aktiven Lokalisatoren gibt es verschiedene Möglichkeiten. Gemäß einer ersten Alternative kann es sich bei mindestens einem der Lokalisatoren um
- 15 einen Magnetfeldsensor handeln, welcher die Stärke und Richtung eines äußeren (räumlich und/oder zeitlich inhomogenen) Magnetfeldes messen kann. Das äußere Magnetfeld wird dabei typischerweise von einem Feldgenerator in der Nähe des untersuchten Patienten erzeugt, und aus den Messdaten des Magnetfeldsensors kann auf dessen Position im Raum rückgeschlossen werden. Ein solches "magnetisches
- 20 Tracking" beinhaltet im Prinzip das Problem, dass das Magnetfeld und damit die Genauigkeit der Messung durch äußere Einflüsse wie etwa metallische Körper gestört wird. Wenn jedoch beide aktive Lokalisatoren des Kathetersystems als Magnetfeldsensoren ausgebildet sind, betreffen derartige Störungen beide Sensoren gleichermaßen, so dass sie sich bis auf Störungen höherer und damit vernachlässigbarer
- 25 Ordnung bei der Bestimmung der Relativposition kompensieren.

- Gemäß einer anderen Ausführungsform enthält mindestens einer der Lokalisatoren eine Quelle für elektromagnetische und/oder akustische Strahlung, wobei die Lage dieser Quelle durch externe Sensoren geortet werden kann. Insbesondere kann ein Lokalisator
- 30 ein Sender für elektromagnetische Strahlung aus dem Nahen Infrarot (NIR) oder ein



Ultraschallsender sein. Die Lage einer solchen Strahlungsquelle kann zum Beispiel mit stereoskopischen Verfahren ermittelt werden, bei denen der Schnittpunkt von "Sichtlinien" der Strahlungsquelle aus verschiedenen Raumpunkten ermittelt wird.

- 5 Die Lokalisatoren an den beiden Katheterelementen werden vorzugsweise so angebracht, dass sie beim typischen Gebrauch des Kathetersystems um maximal 10 Zentimeter, besonders bevorzugt um maximal 5 Zentimeter voneinander entfernt liegen. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass der Abstand zwischen den Lokalisatoren eine Obergrenze nicht übersteigt, so dass sie äußeren Einflüssen in annähernde gleicher
- 10 Weise ausgesetzt sind. Bei der Messung der Relativposition der beiden Lokalisatoren kompensieren sich daher entsprechende Störeinflüsse bis auf Anteile vernachlässigbarer Größe.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Navigation eines Kathetersystems in einem Gefäßsystem, wobei das Kathetersystem ein erstes und ein zweites Katheter-

15 element enthält, die verschiebeweglich miteinander gekoppelt sind und jeweils mindestens einen ersten bzw. zweiten aktiven Lokalisator tragen. Bei dem Kathetersystem kann es sich insbesondere um ein Kathetersystem der oben erläuterten Art handeln. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

20

- a) Die Bestimmung der räumlichen Lage des ersten Lokalisators am ersten Katheterelement relativ zum Gefäßsystem.

- b) Die Bestimmung der räumlichen Lage des zweiten Lokalisators am zweiten
- 25 Katheterelement relativ zum ersten Lokalisator. Bei diesem Schritt können die zugehörigen Verfahren zur Lagebestimmung der jeweiligen Lokalisatoren eingesetzt werden, wobei sich die Relativposition des zweiten Lokalisators aus der Differenz der ermittelten Lagen ergibt.

30

- Das Verfahren hat den Vorteil, dass mit ihm eine sehr präzise Feinnavigation des zweiten Katheterelementes im Gefäßsystem möglich ist (wobei noch einmal darauf hingewiesen wird, dass prinzipiell die Rolle von erstem und zweitem Katheterelement symmetrisch ist). Dies liegt daran, dass bei der Navigation die Position des zweiten
- 5 Katheterelementes relativ zum ersten Katheterelement bestimmt wird, was mit verhältnismäßig großer Genauigkeit möglich ist. Einflüsse durch Organbewegungen oder äußere Störungen werden nämlich von beiden Lokalisatoren in etwa gleich erfahren, so dass sie sich in der Relativposition gegenseitig kompensieren.
- 10 Zur Verbesserung der Genauigkeit des Verfahrens wird vorzugsweise das erste Katheterelement relativ zum Gefäßsystem fixiert. Während einer Bewegung des zweiten Katheterelementes kann dann fortlaufend seine Relativposition in Bezug auf den ersten Lokalisator gemessen werden, wobei durch die Fixierung sichergestellt ist, dass der erste Lokalisator gleichzeitig einen definierten Referenzpunkt in Bezug auf das
- 15 Gefäßsystem darstellt.

- In Schritt a) des Verfahrens muss die Lage des ersten Lokalisators in Bezug auf das Gefäßsystem ermittelt werden. Dies ist insbesondere möglich, indem eine Abbildung des Gefäßsystems mit dem darin enthaltenen Kathetersystem erzeugt wird, und indem
- 20 anschließend auf dieser Abbildung die räumliche Lage des ersten Lokalisators relativ zum Gefäßsystem bestimmt wird. Die genannte Abbildung kann beispielsweise eine Röntgenabbildung oder eine Magnetresonanzabbildung sein. Hierbei ist sicherzustellen, dass die Position des ersten Lokalisators mit ausreichender Genauigkeit (passiv) auf der Abbildung bestimmt werden kann, zum Beispiel indem der erste Lokalisator mit einem
- 25 röntgendichten Material versehen wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die vorher aufgenommene Gefäßkarte mittels geeigneter Verfahren zu registrieren, d.h. die Koordinatensysteme der Gefäßkarte und des aktiven Lokalisators bzw. des realen Gefäßbaumes miteinander in Beziehung zu setzen. Ferner ist bei einer Magnetresonanzabbildung darauf zu achten, dass die Katheterelemente hiermit verträglich sind und z.B.
- 30 keine Komponenten enthalten, die zu einer gefährlichen Erwärmung während der Aufnahme führen könnten.

Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft erläutert. Die Figuren 1 bis 6 zeigen schematisch aufeinanderfolgende Schritte bei der Navigation eines erfindungsgemäßen Kathetersystems im Bereich einer Stenose.

- 5 In Figur 1 ist die Spitze eines erfindungsgemäßen Kathetersystems in einem Gefäß 7 dargestellt, wobei das Gefäß durch Ablagerungen an den inneren Gefäßwänden eine Stenose 6 aufweist. Das Kathetersystem besteht aus einem ersten Katheterelement 1 (im Folgenden kurz "Katheter" genannt), welches in seinem Inneren einen in Längsrichtung verlaufenden Kanal aufweist, durch den ein zweites Katheterelement in Form eines
- 10 Führungsdrahtes 2 geführt ist. Der Führungsdraht 2 kann relativ zum äußeren Katheter 1 in Längsrichtung beliebig verschoben werden.

Des Weiteren tragen sowohl der äußere Katheter 1 als auch der Führungsdraht 2 jeweils an ihrer Spitze einen aktiven Lokalisator 4 bzw. 5. Hierbei kann es sich zum Beispiel

15 um eine Magnetfeldsonde eines magnetischen Tracking-Systems handeln. Durch die Lokalisatoren 4, 5 kann die räumliche Position der Katheterelemente bezogen auf ein äußeres Koordinatensystem mit verhältnismäßig guter Genauigkeit ermittelt werden. Diese aktuelle räumliche Position wird bei der Navigation des Kathetersystems in der Regel auf einer präoperativ erzeugten dreidimensionalen Gefäßkarte dargestellt. Mit den

20 bisher bekannten Verfahren zur Kompensation von Organbewegungen wird dabei eine Genauigkeit von typischerweise 2-3 mm erreicht, so dass bereits eine Grobnavigation des Kathetersystems bis zur Stenose 6 möglich ist. Die anschließende Feinnavigation des Kathetersystems durch die Stenose 6 hindurch ist jedoch problematischer. Hierbei wird mit dem Führungsdraht 2 ein Weg durch die Stenose 6 gesucht, wobei aufgrund

25 der Gefahr des Loslösens von Ablagerungen sehr vorsichtig vorgegangen werden muss. In vielen Fällen stellt die Navigation des Führungsdrahtes durch die Stenose 6 hindurch den zeitaufwändigsten Teil einer Intervention dar, welcher bis zu 20 Minuten in Anspruch nehmen kann. Diese Problematik soll mit dem vorgeschlagenen Kathetersystem und dem hiermit möglichen Verfahren behoben werden.

Wie bereits erläutert tragen bei dem Kathetersystem sowohl der äußere Katheter 1 als auch der Führungsdraht 2 jeweils einen eigenen aktiven Lokalisator 4 bzw. 5. Des Weiteren ist in Figur 1 erkennbar, dass der äußere Katheter 1 eine (optionale) Fixiereinrichtung 3 aufweist, mit welcher seine Position relativ zum Gefäß 7 fixiert werden kann. Beispielsweise kann die Vorrichtung 3 ein Gittergeflecht enthalten, welches radial ausgedehnt werden kann, um den äußeren Katheter 1 im Gefäß 7 festzuklemmen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Katheter 1 keine Relativbewegung mehr zum Gefäß 7 ausführt, sondern dessen Bewegung identisch folgt.

10

Nach der Fixierung des äußeren Katheters 1 im Gefäß kann eine röntgenfluoroskopische Aufnahme des Gefäßsystems erzeugt werden, wobei vorteilhafterweise gleichzeitig eine Kontrastmittelgabe zur Hervorhebung des Gefäßverlaufes erfolgt. Auf dieser Röntgenaufnahme kann dann die Position des Katheters 1 bzw. eines hiermit verbundenen röntgendichten Markers (z.B. des Lokalisators 4) bestimmt werden, so dass die fixierte Position des Lokalisators 4 relativ zum Gefäßsystem 7 für die nachfolgenden Verfahrensschritte bekannt ist. Diese Information kann auch dadurch gewonnen werden, dass eine vorher aufgenommene Gefäßkarte mittels geeigneter Verfahren registriert wird, d.h. dass die Koordinatensysteme der Gefäßkarte und des aktiven Lokalisators bzw. des realen Gefäßbaumes miteinander in Beziehung gesetzt werden.

15  
20

Im nächsten Schritt (Figur 2) wird der innere Führungsdraht 2 durch die Stenose 6 vorgeschoben, wobei die räumlichen Lagen der magnetischen Lokalisatoren 4 und 5 fortlaufend (aktiv) gemessen werden. Die Differenz dieser beiden Lagen ergibt die Position des Lokalisators 5 am Führungsdraht 2 relativ zum Gefäßsystem, da der Lokalisator 4 am Katheter 1 relativ zum Gefäßsystem fixiert ist. Diese Messung der Relativposition weist eine hohe Genauigkeit auf, weil beide Lokalisatoren 4, 5 aufgrund ihrer engen Nachbarschaft in annähernd gleicher Weise von Bewegungen des Gefäßsystems betroffen sind, diese sich somit in der Differenz kompensieren. Ähnliches gilt für Störeinflüsse durch Metalle in der Umgebung (zum Beispiel den C-Bogen einer

25  
30

Röntgenapparatur) oder dergleichen. Die Bewegung des Führungsdrahtes 2 kann daher mit sehr großer Genauigkeit zum Beispiel auf einer statischen Gefäßkarte verfolgt werden. Hierdurch wird es möglich, den Führungsdraht 2 sehr viel schneller als bei herkömmlichen Verfahren durch die Stenose 6 zu navigieren, bis er die in Figur 2  
5 gezeigte Endposition jenseits der Stenose 6 erreicht.

Nach Passieren der Stenose 6 wird zunächst die Fixierung des äußeren Katheters 1 gelöst und dieser dann dem Führungsdraht 2 folgend durch die Stenose 6 hindurch geschoben (Figuren 3, 4).

10

Anschließend kann der Führungsdraht 2 im äußeren Katheter 1 zurückgezogen werden bis zu einer Position kurz vor der Stenose 6 (Figuren 5, 6).

Durch das erfindungsgemäße Kathetersystem und das damit verbundene Navigations-  
15 verfahren ist somit eine sehr genaue Feinnavigation möglich, die insbesondere im Bereich von Stenosen hilfreich ist. Kerngedanke ist dabei, zwei relativ zueinander bewegliche Katheterelemente jeweils mit eigenen aktiven Lokalisatoren zu versehen, wodurch die Relativbewegung der Katheterelemente mit hoher Genauigkeit messbar wird, da sich Störeinflüsse (Bewegung, Felder etc.) kompensieren. Ferner kann  
20 insbesondere eines der Katheterelemente an der Umgebung fixiert werden, so dass die Bewegung des anderen Katheterelementes relativ zu dieser Umgebung beobachtbar wird. Auf diese Weise ist eine iterative Navigation mit hoher Genauigkeit möglich. Weitere Vorteile des Verfahrens bestehen darin, dass eine Katheternavigation mit verhältnismäßig geringer Röntgenbelastung möglich wird. Ferner unterstützt das  
25 Verfahren auf (insbesondere zwei) Lokalisatoren basierende Techniken, beispielsweise die Auswahl einer interessierenden Region mit Hilfe von Lokalisatoren und Verfahren zur Bewegungskompensation, die auf lokalen Referenzsensoren und Bewegungsmodellen basieren.

30

Wenngleich in den Figuren der medizinische Einsatz des Kathetersystems bei der Navigation durch eine Stenose dargestellt ist, ist die vorliegende Erfindung keineswegs auf derartige Anwendungen beschränkt, sondern in allen Fällen vergleichbarer Problemstellung anwendbar.

PATENTANSPRÜCHE

## 1. Kathetersystem, enthaltend

- ein erstes Katheterelement (1) mit mindestens einem daran angebrachten ersten aktiven Lokalisator (4), dessen räumliche Lage ermittelt werden kann;
  - ein zweites Katheterelement (2) mit mindestens einem daran angebrachten
  - 5       zweiten aktiven Lokalisator (5), dessen räumliche Lage ermittelt werden kann;
- wobei das erste und das zweite Katheterelement derart gekoppelt sind, dass eine Verschiebewegung relativ zueinander möglich ist.

2. Kathetersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Katheter-  
10       element (1) einen in Längsrichtung verlaufenden Kanal aufweist, durch welchen das  
      zweite Katheterelement (2) geführt ist.

3. Kathetersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es eine  
      Fixierungseinrichtung (3) umfasst, mit deren Hilfe mindestens eines der Katheter-  
15       elemente (1) in einem umgebenden Gefäß (7) fixiert werden kann.

4. Kathetersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der  
      Lokalisatoren (4, 5) ein Magnetfeldsensor zur Lagebestimmung in einem äußeren  
      Magnetfeld ist.

20

5. Kathetersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der  
      Lokalisatoren eine Quelle für elektromagnetische und/oder akustische Strahlung enthält.

6. Kathetersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lokalisatoren (4,

5) so angeordnet sind, dass sie sich beim Gebrauch des Kathetersystems um weniger als 10 cm, vorzugsweise um weniger als 5 cm voneinander entfernen.

7. Verfahren zur Navigation eines Kathetersystems in einem Gefäßsystem (7), wobei
- 5 das Kathetersystem ein erstes und ein zweites Katheterelement (1, 2) enthält, die verschiebbeweglich miteinander gekoppelt sind und jeweils mindestens einen ersten bzw. zweiten aktiven Lokalisator (4, 5) tragen, umfassend die folgenden Schritte:
- a) Bestimmung der räumlichen Lage des ersten Lokalisators (4) relativ zum Gefäßsystem (7);
- 10 b) Bestimmung der räumlichen Lage des zweiten Lokalisators (5) relativ zum ersten Lokalisator (4).

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Katheterelement (1) relativ zum Gefäßsystem (7) fixiert wird, während das zweite Katheterelement (2) bewegt wird.
- 15

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abbildung des Gefäßsystems (7) mit dem darin enthaltenen Kathetersystem erzeugt wird, und dass auf dieser Abbildung die räumliche Lage des ersten Lokalisators (4) relativ zum
- 20 Gefäßsystem (7) bestimmt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kathetersystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 ausgebildet ist.



## ZUSAMMENFASSUNG

### Kathetersystem und Verfahren zur Feinnavigation in einem Gefäßsystem

Die Erfindung betrifft ein Kathetersystem bestehend aus einem ersten, äußeren Katheter (1) und einem darin enthaltenen zweiten Katheterelement das insbesondere ein  
5 Führungsdraht (2) sein kann. Sowohl am ersten als auch am zweiten Katheter-  
element (1, 2) sind jeweils aktive Lokalisatoren (4, 5) angebracht, zum Beispiel  
Sensoren eines magnetischen Tracking-Systems. Vorzugsweise weist das erste  
Katheterelement (1) eine Fixiereinrichtung (3) auf, mit deren Hilfe es relativ zum  
Gefäßsystem (7) fixiert werden kann. Wenn der Führungsdraht (2) zum Beispiel durch  
10 eine Stenose (6) navigiert werden soll, wird die Position seines Lokalisators (5) relativ  
zum Lokalisator (4) am ruhenden Katheterelement (1) gemessen, wodurch gleichzeitig  
seine Position relativ zum Gefäß (7) bekannt ist. Da sich Störeinflüsse wie  
Organbewegungen bei der Messung der Relativposition der Lokalisatoren (4, 5)  
kompensieren, kann die Navigation mit sehr hoher Genauigkeit ausgeführt werden.

15

(Figur 1)



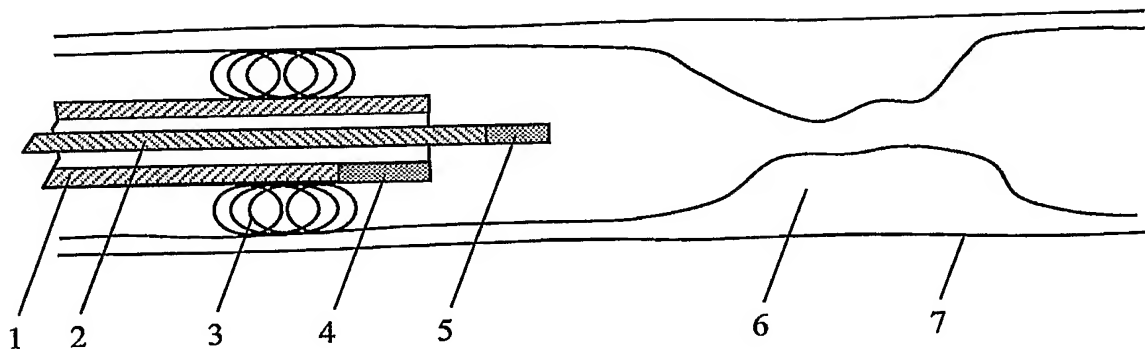


Fig. 1

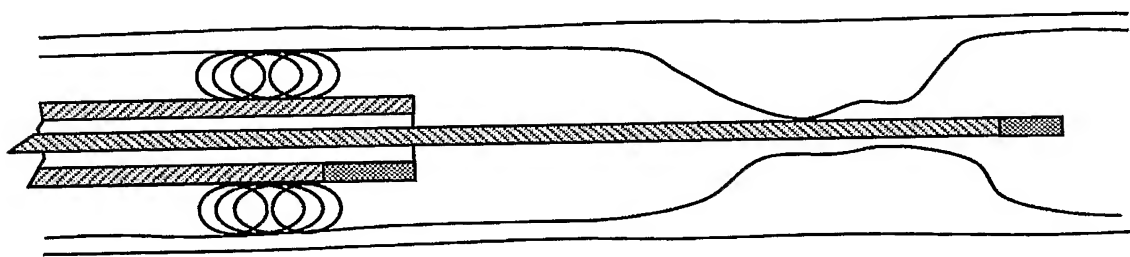


Fig. 2

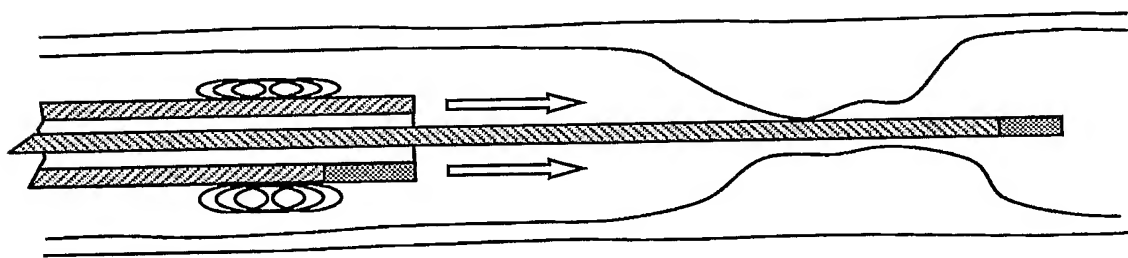


Fig. 3

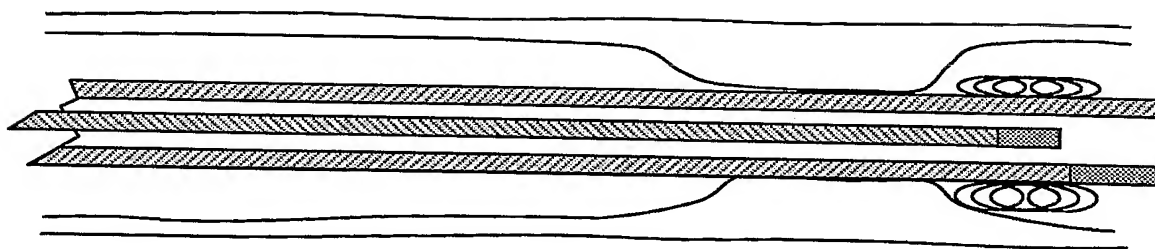


Fig. 4

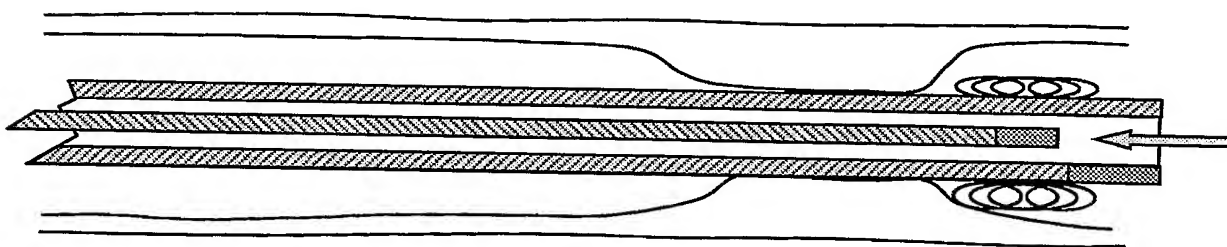


Fig. 5

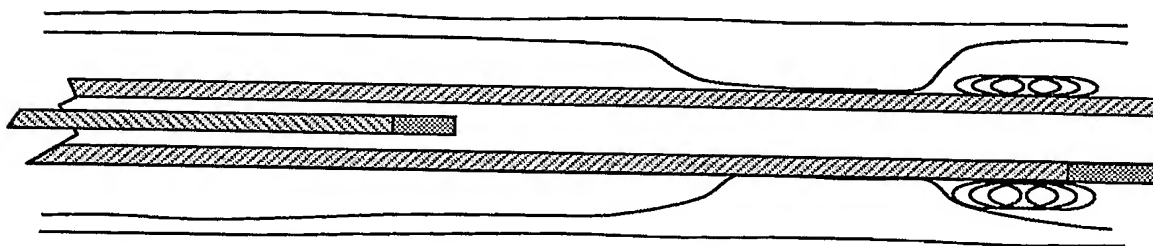


Fig. 6



PCT/IB2005/050523

